Formulaire | Physique - Chimie

Toutes les formules de cours à connaitre

Ce document est mis à disposition selon les termes de la licence Creative Commons “Attribution – Pas d’utilisation commerciale – Partage dans les mêmes conditions 4.0 International”.

1 Ordres de grandeur en TSI

Il y a des valeurs qui doivent être connues selon le programme. L’objectif n’est pas de connaitre la valeur à n décimales, mais plutôt d’avoir un ordre de grandeur de certaines constantes.

Connaitre des ordres de grandeur de la vie courante permet de vérifier rapidement un résultat. Une centrale nucléaire qui produirait 3 kW est aberrant.

	Ordres de grandeur à connaitre	
1	Vitesse de la lumière dans le vide	$c = 3{,}00 \times 10^8\ \mathrm{m\,s^{-1}}$
2	Longueur d’onde de la lumière dans le vide	$\lambda = 400\ \mathrm{nm}$ à $800\ \mathrm{nm}$
3	Charge élémentaire	$e = 1{,}6 \times 10^{-19}\ \mathrm{C}$
4	Concentration standard	$C^\circ = 1\ \mathrm{mol\,L^{-1}}$
5	Pression standard	$P^\circ = 1\ \mathrm{bar}$
6	Accélération de pesanteur (terrestre)	$g = \|\|\overrightarrow{g}\|\| = 9{,}81\ \mathrm{m/s^2}$
7	Nombre d’Avogadro	$\mathcal{N}_A = 6{,}02 \times 10^{23}\ \mathrm{mol}$

2 Physique générale

	Physique Générale	
1	Relation puissance et énergie	$\mathcal{E} = \int_0^t P(t)dt$
2	Forme canonique d’une équation différentielle d’ordre 1	$\frac{\mathrm{d}y}{\mathrm{d}t} + \frac{y}{\tau} = C^{ste}$
3	Solution d’une équation différentielle homogène : $y'(t) + ay(t) = 0$	$y(t) = k\exp(-at) \quad k \in \mathbb{R}$
4	Équation différentielle d’un oscillateur harmonique	$\frac{\mathrm{d}^2 s}{\mathrm{d}t^2} + \omega_0^2 s = C^{ste}$
5	Solution de l’équation différentielle d’un oscillateur harmonique	$s(t) = A\cos(\omega_0 t) + B\sin(\omega_0 t) = S_0\cos(\omega_0 t + \varphi_0)$
6	Forme canonique d’une équation différentielle d’ordre 2	$\frac{\mathrm{d}y}{\mathrm{d}t} + \frac{\omega_0}{Q}\frac{\mathrm{d}y}{\mathrm{d}t} + \omega_0^2 y = C^{ste}$

7	Solution homogène de l'équation différentielle d'ordre 2, cas $\Delta > 0$	$s(t) = A\,\mathrm{e}^{r_1 t} + B\,\mathrm{e}^{r_2 t}$ avec $r_{1,2}$ les solutions de l'équation caractéristique
8	Solution homogène de l'équation différentielle d'ordre 2, cas $\Delta = 0$	$s(t) = (At + B)\,\mathrm{e}^{rt}$ avec r la solution double de l'équation caractéristique
9	Solution homogène de l'équation différentielle d'ordre 2, cas $\Delta < 0$	$s(t) = (A\cos(\Omega t) + B\sin(\Omega t))\,\mathrm{e}^{\mu t}$ avec $r = \mu \pm j\Omega$
10	Valeur du facteur de qualité dans les différents régimes	apériodique $Q < 1/2$, critique : $Q = 1/2$, pseudo-périodique : $Q > 1/2$
11	Onde progressive	$s(x,t) = \begin{cases} f(x-ct) = F(t - x/c) \\ \quad \text{si propagation selon les x croissants} \\ g(x+ct) = G(t + x/c) \\ \quad \text{si x décroissants} \end{cases}$
12	Onde progressive sinusoïdale (ou harmonique ou monochromatique) selon les x **croissants**	$s(x,t) = s_0(x)\cos(\omega t - kx + \varphi_0)$ avec $s_0 = C^{\text{ste}}$ en général
13	Onde progressive sinusoïdale (ou harmonique ou monochromatique) selon les x **décroissants**	$s(x,t) = s_0(x)\cos(\omega t + kx + \varphi_0)$ avec $s_0 = C^{\text{ste}}$ en général
14	Relation entre la pulsation d'une onde et la période ou la fréquence	$\omega = \dfrac{2\pi}{T} = 2\pi f$ et $[\omega] = \text{rad s}^{-1}$
15	Relation entre le nombre d'onde et la longueur d'onde	$k = \dfrac{2\pi}{\lambda}$ et $[k] = \text{rad m}^{-1}$
16	Déplacement élémentaire en coordonnées cartésiennes	$\overrightarrow{\mathrm{d}\ell} = \mathrm{d}x\overrightarrow{e_x} + \mathrm{d}y\overrightarrow{e_y} + \mathrm{d}z\overrightarrow{e_z}$
17	Déplacement élémentaire en coordonnées polaires	$\overrightarrow{\mathrm{d}\ell} = \mathrm{d}r\overrightarrow{e_r} + r\,\mathrm{d}\theta\overrightarrow{e_\theta}$
18	Déplacement élémentaire en coordonnées cylindriques	$\overrightarrow{\mathrm{d}\ell} = \mathrm{d}r\overrightarrow{e_r} + r\,\mathrm{d}\theta\overrightarrow{e_\theta} + \mathrm{d}z\overrightarrow{e_z}$
19	Déplacement élémentaire en coordonnées sphériques	$\overrightarrow{\mathrm{d}\ell} = \mathrm{d}r\overrightarrow{e_r} + r\,\mathrm{d}\theta\overrightarrow{e_\theta} + r\sin\theta\,\mathrm{d}\varphi\overrightarrow{e_\varphi}$
20	Écriture complexe du signal : $s(t) = S_0 cos(\omega t + \varphi)$	$\underline{s} = \underline{S}_0 e^{j\omega t}$ avec $\underline{S}_0 = S_0\,\mathrm{e}^{j\varphi}$

3 Optique

	Optique	
1	Énergie d'un photon	$\Delta E = h\nu$
2	Relation entre la vitesse, la longueur d'onde et la fréquence d'une onde	$v = \lambda\nu$ dans un milieu quelconque

		$c = \lambda_0 \nu$ dans le vide
3	Indice optique d'un milieu	$n = \dfrac{c}{v} \geq 1$
4	Loi de la réflexion de *Snell-Descartes*	$\theta_r = -\theta_i$
5	Loi de la réfraction de *Snell-Descartes*	$n_i \sin(\theta_i) = n_r \sin(\theta_r)$
6	Grandissement	$\gamma = \dfrac{\overline{A'B'}}{\overline{AB}} = \dfrac{\overline{OA'}}{\overline{OA}}$
7	Vergence	$V = \dfrac{n}{f'}$
8	Relation de conjugaison de *Descartes*	$\dfrac{1}{\overline{OA'}} - \dfrac{1}{\overline{OA}} = \dfrac{1}{f'}$
9	Condition de projection d'une image par une lentille	$D \geq 4f'$ avec $D = \overline{AA'}$
10	Pouvoir de résolution de l'œil	$\alpha_0 = 1\,' = \frac{1}{60}\,°$
11	Plage d'accommodation de l'œil	20 / 25 cm à l'infini

4 Électrocinétique

	Électrocinétique	
1	Intensité du courant électrique	$i = \dfrac{\mathrm{d}q}{\mathrm{d}t}$
2	Loi des nœuds	$\sum_{k=1}^{n} \varepsilon_k i_k = 0$ avec $\varepsilon_k = \pm 1$ suivant si le courant arrive ou part du nœud
3	Relation tension et potentiels	$u_{AB} = V_A - V_B$
4	Loi des mailles	$\sum_{k=1}^{n} \varepsilon_k u_k = 0$ avec $\varepsilon_k = \pm 1$ suivant si la tension est comptée positivement ou négativement
5	Loi d'*Ohm* ou loi de comportement d'une résistance	$u_R = Ri$
6	Impédance d'une résistance	$\underline{Z}_R = R$
7	Relation tension et charge pour un condensateur	$q = Cu_C$
8	Loi de comportement d'un condensateur	$i = C\dfrac{\mathrm{d}u_C}{\mathrm{d}t}$
9	Impédance d'un condensateur	$\underline{Z}_c = \dfrac{1}{j\omega C}$
10	Loi de comportement d'une bobine	$u_L = L\dfrac{\mathrm{d}i}{\mathrm{d}t}$
11	Impédance d'une bobine	$\underline{Z}_L = j\omega L$

12	Résistance équivalente en série	$R_{eq} = \sum_{k=0}^{n} R_k$
13	Résistance équivalente en parallèle	$\frac{1}{R_{eq}} = \sum_{k=0}^{n} \frac{1}{R_k}$
14	Pont diviseur de tension	$u_1 = \frac{R_1}{R_1 + R_2} u_{tot}$
15	Pont diviseur de courant	$i_1 = \frac{\frac{1}{R_1}}{\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2}} i_{tot}$
16	Puissance électrocinétique	$P = ui$
17	Puissance dissipée par effet *Joule* dans une résistance	$P = Ri^2 = \frac{u^2}{R}$
18	Énergie stockée dans un condensateur	$\mathcal{E}_C = \frac{1}{2} C u^2$
19	Énergie stockée dans une bobine	$\mathcal{E}_L = \frac{1}{2} L i^2$
20	Écriture complexe du signal : $s(t) = S_0 cos(\omega t + \varphi)$	$\underline{s} = \underline{S}_0 e^{j\omega t}$ avec $\underline{S}_0 = S_0 \, \mathrm{e}^{j\varphi}$
21	Liens entre grandeur complexe et réelle	$\lvert \underline{s} \rvert = S_0$ et $\arg(\underline{s}) = \varphi$
22	Définition de l'impédance	$\underline{Z} = \frac{\underline{u}}{\underline{i}}$

5 Chimie

	Chimie	
1	Masse volumique	$\rho = \mu = \frac{m}{V}$
2	Concentration en quantité de matière ("concentration")	$C_i = \frac{n_i}{V_{sol}}$
3	Concentration massique	$\rho_i = \frac{m_i}{V_{\text{sol}}}$
4	Fraction molaire	$x_i = \frac{n_i}{n_{\text{tot}}}$
5	Fraction massique	$w_i = \frac{m_i}{m_{\text{tot}}}$
6	Pression partielle	$P_i = \frac{n_i}{n_{\text{tot, gaz}}} P_{\text{tot}}$ avec $P_{\text{tot}} = \sum_i P_i$
7	Loi des gaz parfaits	$PV = nRT$
8	Équation de réaction générique	$\sum_i \nu_i X_{i,(\text{ep})}$ avec $\begin{cases} \nu_i > 0 & \text{si } X_i \text{ est un produit} \\ \nu_i < 0 & \text{si } X_i \text{ est un réactif} \end{cases}$ $_{(ep)}$ est l'état physique

9	Quotient de réaction	$Q_r(\xi) = \prod_i a_i^{\nu_i}(\xi)$
10	Activités chimiques	$\begin{cases} a_i = 1 & \text{pour un solide} \\ a_i = 1 & \text{un liquide et le solvant} \\ a_i = \dfrac{P_i}{P^\circ} & \text{pour un gaz} \\ a_i = \dfrac{C_i}{C^\circ} & \text{pour une espèce dissoute} \end{cases}$ avec $P^\circ = 1\,\text{bar}$ la pression standard et $C^\circ = 1\,\text{mol}\,\text{L}^{-1}$ la concentration standard
11	Constante de réaction	$K^\circ = Q_r(\xi_{eq}) = Q_{r,\text{eq}}$
12	Définition de la vitesse de réaction	$v_\xi = \dfrac{\mathrm{d}\xi}{\mathrm{d}t}$
13	Définition de la vitesse volumique de réaction	pour une réaction : $aA_{(aq)} + bB_{(aq)} \longrightarrow$ produits : $v = \dfrac{-1}{a}\dfrac{\mathrm{d^A}}{\mathrm{d}t} = v = \dfrac{-1}{b}\dfrac{\mathrm{d^B}}{\mathrm{d}t}$
14	Loi de vitesse pour une réaction admettant un ordre	pour une réaction : $aA_{(aq)} + bB_{(aq)} \longrightarrow$ produits : $v = k(T)[A]^p[B]^q$
15	Loi d'Arrhenius	$k(T) = A\,\mathrm{e}^{-\frac{\mathcal{E}_a}{RT}}$
16	Évolution de la concentration au cours du temps pour un ordre 0, 1 ou 2	pas à connaitre par cœur, mais vous pouvez les apprendre
17	$t_{1/2}$ pour un ordre 0, 1 ou 2	pas à connaitre par cœur, mais vous pouvez les apprendre
18	Loi de Beer-Lambert	$A = \epsilon_\lambda \ell C$
19	Définition du pH	$pH = -\log\left(\frac{[H_{30}^+]}{C^\circ}\right)$
20	produit ionique de l'eau	$K_e = \dfrac{[H_{30}^+]\,[HO^-]}{C^{\circ 2}} = 1 \times 10^{-14}$
21	pk_e	$pk_e = -log(K_e) = 14$
22	Défintion de la constante d'acidité pour un couple AH/A^-	$K_A = \dfrac{[A^-]\,[H_3O^+]}{[AH]\,C^\circ}$
23	pk_A	$pk_A = -\log(K_A)$
24	acide/base usuel et leur nature	Acide éthanoïque (acétique) - faible - CH_3COOH | Ammoniac - faible - NH_3 | Acide chlorhydrique - HCl - fort | Soude - HO^- - forte

6 Mécanique

Mécanique

1	vecteur position	$\overrightarrow{OM}$
2	vecteur vitesse	$\overrightarrow{v} = \frac{\mathrm{d}\overrightarrow{OM}}{\mathrm{d}t}$
3	vecteur accélération	$\overrightarrow{a} = \frac{\mathrm{d}\overrightarrow{v}}{\mathrm{d}t} = \frac{\mathrm{d}^2\overrightarrow{OM}}{\mathrm{d}t^2}$
4	position en coordonnées cartésiennes	$\overrightarrow{OM} = x\overrightarrow{e_x} + y\overrightarrow{e_y} + z\overrightarrow{e_z}$
5	position en coordonnées polaires	$\overrightarrow{OM} = r\overrightarrow{e_r}$
6	position en coordonnées cylindriques	$\overrightarrow{OM} = r\overrightarrow{e_r} + z\overrightarrow{e_z}$
7	vitesse en coordonnées cartésiennes	$\overrightarrow{v} = \dot{x}\overrightarrow{e_x} + \dot{y}\overrightarrow{e_y} + \dot{z}\overrightarrow{e_z}$
8	vitesse en coordonnées polaires	$\overrightarrow{v} = \dot{r}\overrightarrow{e_r} + r\dot{\theta}\overrightarrow{e_\theta}$
9	vitesse en coordonnées cylindriques	$\overrightarrow{v} = \dot{r}\overrightarrow{e_r} + r\dot{\theta}\overrightarrow{e_\theta} + \dot{z}\overrightarrow{e_z}$
10	accélération en coordonnées cartésiennes	$\overrightarrow{a} = \ddot{x}\overrightarrow{e_x} + \ddot{y}\overrightarrow{e_y} + \ddot{z}\overrightarrow{e_z}$
11	accélération en coordonnées polaires	$\overrightarrow{a} = \left(\ddot{r} - r\dot{\theta}^2\right)\overrightarrow{e_r} + \left(2\dot{r}\dot{\theta} + r\ddot{\theta}\right)\overrightarrow{e_\theta}$
12	accélération en coordonnées cylindriques	$\overrightarrow{a} = \left(\ddot{r} - r\dot{\theta}^2\right)\overrightarrow{e_r} + \left(2\dot{r}\dot{\theta} + r\ddot{\theta}\right)\overrightarrow{e_\theta} + \ddot{z}\overrightarrow{e_z}$
13	Dérivée du vecteur $\overrightarrow{e_r}$ en coordonnées polaires ou cylindriques	$\frac{\mathrm{d}\overrightarrow{e_r}}{\mathrm{d}t} = \dot{\theta}\overrightarrow{e_\theta}$
14	Dérivée du vecteur $\overrightarrow{e_\theta}$ en coordonnées polaires ou cylindriques	$\frac{\mathrm{d}\overrightarrow{e_\theta}}{\mathrm{d}t} = -\dot{\theta}\overrightarrow{e_r}$
15	Vitesse angulaire ω	$\omega = \dot{\theta} = \frac{\mathrm{d}\theta}{\mathrm{d}t}$
16	Force de gravitation	$\overrightarrow{F_{G,1\to2}} = -G\frac{m_1 m_2}{d^2}\overrightarrow{u_{1\to2}}$
17	Force de Coulomb	$\overrightarrow{F_{e,1\to2}} = \frac{1}{4\pi\varepsilon_0}\frac{q_1 q_2}{d^2}\overrightarrow{u_{1\to2}}$
18	Poids	$\overrightarrow{P} = m\overrightarrow{g}$
19	Force de pression	$\overrightarrow{F_p} = PS\overrightarrow{n_{\text{ext}}}$
20	Poussée d'Archimède	$\overrightarrow{F_A} = \overrightarrow{\Pi} = -\rho_{\text{fluide}} V_{\text{immergé}}\overrightarrow{g}$
21	Tension d'un fil	Pas d'expression, mais la force est colinéaire au fil
22	Frottement solide (de *Coulomb*)	$\overrightarrow{R} = \overrightarrow{N} + \overrightarrow{T}$ avec $T = fN$ s'il y a mouvement et $T < fN$ si statique où f est le coefficient de frottement
23	Ressort	$\overrightarrow{F_k} = -k\left(l_{\text{tot}} - l_0\right)\overrightarrow{u_{\text{ressort}\to M}}$
24	Quantité de mouvement	$\overrightarrow{p} = m\overrightarrow{v}$

25	Principe fondamental de la dynamique	$\frac{\mathrm{d}\overrightarrow{p}}{\mathrm{d}t} = \sum_i F_{i_{\text{ext}\to M}}$
26	Loi des périodes ou 3e loi de *Kepler*	$\frac{T^2}{a^3} = c^{ste} = \frac{4\pi^2}{GM_{\text{astre}}}$
27	Définition de l'énergie mécanique	$E_m = E_c + E_p$
28	Définition énergie cinétique	$E_c = \frac{1}{2}mv^2$ pour un point matériel dans un référiel galiléen
29	Définition énergie potentielle d'une force	$E_p = -\delta W(\overrightarrow{F})$ pour une force conservative
30	Travail élémentaire d'une force	$\delta W(\overrightarrow{F}) = \overrightarrow{F} \cdot \overrightarrow{d\ell}$
31	Travail d'une force sur d'un chemin $L_{\text{AB}}(\overrightarrow{F})$	$W_{\text{AB}} = \int_{L_{AB}} \delta W(\overrightarrow{F}) = \int_{L_{AB}} \overrightarrow{F} \cdot \overrightarrow{d\ell}$
32	Puissance d'une force	$P(\overrightarrow{F}) = \overrightarrow{F} \cdot \overrightarrow{v}$
33	Force à partir de l'énergie potentielle (force conservative)	$\overrightarrow{F} = -\overrightarrow{grad}(E_p)$
34	Théorème de l'énergie cinétique, instantanné (aussi appelé théorème de la puissance cinétique)	$\frac{\mathrm{d}E_c}{\mathrm{d}t} = \sum_i P_i(\overrightarrow{F_i})$
35	Théorème de l'énergie cinétique, intégral	$\Delta_{\text{AB}}E_c = E_c(B) - E_c(A) = \sum_i W_{i,\text{AB}}(\overrightarrow{F_i})$
36	Théorème de l'énergie mécanique, instantanné (aussi appelé théorème de la puissance mécanique)	$\frac{\mathrm{d}E_m}{\mathrm{d}t} = \sum_i P_i(\overrightarrow{F_{i,\text{nc}}})$ où n.c = non conservative
37	Théorème de l'énergie mécanique, intégral	$\Delta_{\text{AB}}E_m = E_m(B) - E_m(A) = \sum_i W_{i,\text{AB}}(\overrightarrow{F_{i,\text{nc}}})$
38	Théorème du moment cinétique sur un axe fixe	$\frac{\mathrm{d}L_\Delta}{\mathrm{d}t} = \sum_i M_\Delta(\overrightarrow{F_i})$
39	Moment cinétique pour un solide en rotation autour d'un axe fixe Δ	$L_\Delta = J_\Delta\omega = J_\Delta\dot{\theta}$
40	Moment d'une force en point O d'une force F s'appliquant en A	$\overrightarrow{M_0}(\overrightarrow{F}) = \overrightarrow{OA} \wedge \overrightarrow{F}$
41	Moment d'une force en point sur un axe Δ de vecteur directeur $\overrightarrow{e_u}$	$M_\Delta(\overrightarrow{F}) = \overrightarrow{M_0}(\overrightarrow{F}) \cdot \overrightarrow{e_u}$
42	Moment d'une force par le bras de levier	$M_\Delta(\overrightarrow{F}) = \pm dF$ où d est la distance de l'axe Δ à la droite support de la force $\overrightarrow{F}$ et le signe est donnée par la règle de la main droite
43	Énergie cinétique d'un solide en rotation autour d'un axe fixe	$E_c = \frac{1}{2}J_\Delta\omega^2$

7 Thermodynamique

	Thermodynamique	
1	loi des gaz parfait	$PV = nRT$
2	Loi de Joule pour un gaz parfait	$\Delta U = C_V \Delta T$
3	Variation d'énergie interne d'une phase condensée idéale (une phase condensée idéale suit la première loi de Joule)	$\Delta U = C \Delta T$
4	Énergie interne d'un gaz parfait monoatomique	$U = \frac{3}{2} nRT$

8 Électromagnétisme

	Électromagnétisme	
1	Force de Laplace infinitésimale	$\mathrm{d}\overrightarrow{F_L} = i\overrightarrow{\mathrm{d}l} \wedge \overrightarrow{B}_{\text{ext}}$
2	Force de Laplace si $i = C^{ste}$ et $\overrightarrow{B}_{\text{ext}}$ uniforme	$\mathrm{d}\overrightarrow{F_L} = i\overrightarrow{AB} \wedge \overrightarrow{B}_{\text{ext}}$
3	Moment magnétique d'une spire	$\overrightarrow{m} = i\overrightarrow{S} = iS\overrightarrow{n}$ avec la direction de $\overrightarrow{n}$ donnée par la main droite
4	Moment des forces de Laplace	$\overrightarrow{\Gamma} = \overrightarrow{m} \wedge \overrightarrow{B}_{\text{ext}}$